

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-225118

(43)Date of publication of application : 17.08.1999

(51)Int.Cl.

H04B 10/17  
H04B 10/16  
H04B 10/20  
H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04B 10/02

(21)Application number : 10-024618

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 05.02.1998

(72)Inventor : TSUSHIMA HIDEAKI  
KANETAKE TATSURO  
OSHIMA MASAHIRO  
SAWADA YASUSHI  
FUKASHIRO YASUYUKI  
HAYASHI YUKIO  
NAKADA TSUNEO  
NUNOKAWA HISAYUKI

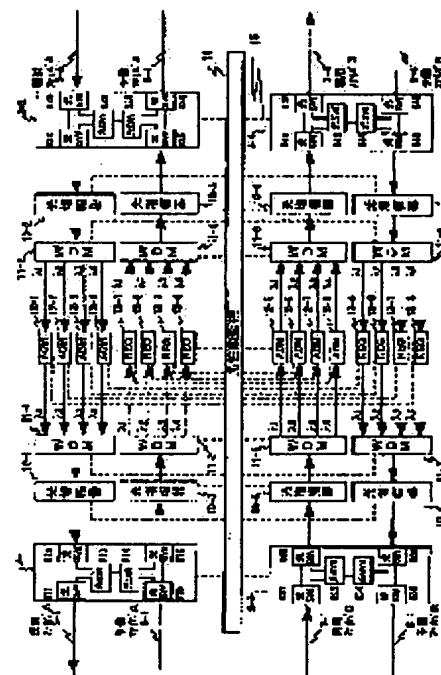
## (54) NODE EQUIPMENT AND RING NETWORK

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a node equipment that conducts economical wavelength multiplexing of lots of optical signals and to provide a ring network that has restoring capability against a broken optical fiber, a broken fiber cable and a fault of a multiplexer (ADM).

**SOLUTION:** A node equipment contains optical fibers 5-1-5-4, 6-1-6-4 that send a wavelength multiplex optical signal. The node equipment is provided with optical switch sections 9-1-9-4 that switch optical lines through which an optical signal is received/outputted, wavelength demultiplexers 11-2, 11-3, 11-5, 11-8 that demultiplex the wavelength multiplex signal from the optical switch sections 9-1-9-4, wavelength multiplexers 11-1, 11-4, 11-6, 11-7 that apply wavelength multiplexing to the optical signal to the optical switch sections 9-1-9-4, and a multiplexer ADM that is placed between the wavelength

demultiplexers 11-2, 11-3, 11-5, 11-8 and the wavelength multiplexers 11-1, 11-4, 11-6, 11-7 and conducts demultiplexing, insertion or recovery-relaying for the optical signal with each wavelength. Furthermore, the



ring network is configured by using pluralities of the node equipments.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	15.10.2004
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	26.06.2007
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-225118

(43)公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51)Int.Cl.\*

識別記号

F I

H 0 4 B 10/17

H 0 4 B 9/00

J

10/16

N

10/20

E

H 0 4 J 14/00

U

14/02

H

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平10-24618

(22)出願日

平成10年(1998) 2月5日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 対馬 英明

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所情報通信事業部内

(72)発明者 金武 達郎

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 尾島 正啓

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所情報通信事業部内

(74)代理人 弁理士 武 顯次郎

最終頁に続く

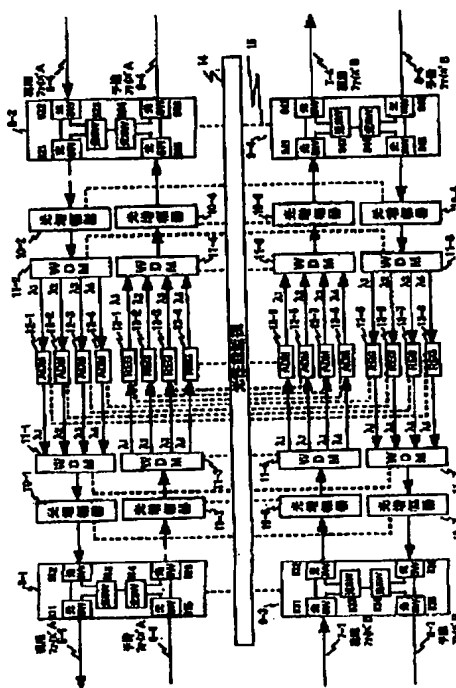
(54)【発明の名称】 ノード装置及びリングネットワーク

(57)【要約】

【課題】 多数の光信号の波長多重を経済的に行うことを可能にしたノード装置、及び、光ファイバ断、光ファイバケーブル断、多重化装置 (ADM) の障害に対しても復旧能力を有するリングネットワークを提案する。

【解決手段】 ノード装置は、波長多重光信号を送送する光ファイバ5-1~5-4、6-1~6-4を収容している。ノード装置は、光信号を入出力する光伝送路を切り替える光スイッチ部9-1~9-4と、該光スイッチ部からの波長多重信号を分離する波長分離器11-2、11-3、11-5、11-8と、該光スイッチ部への光信号を波長多重化する波長多重器11-1、11-4、11-6、11-7と、前記波長分離器と波長多重器との間に設けられ分離された各波長の光信号の分離、挿入、あるいは、再生中継を行う多重化装置ADMとを備えて構成される。また、このノード装置の複数を使用してリングネットワークを構成する。

【図2】



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長多重光信号を伝送する光ファイバによる光伝送路により複数のノード装置を接続して構成されるネットワークにおけるノード装置において、該ノード装置に入力する光伝送路を切り替える第1光スイッチ部と、該第1光スイッチ部からの波長多重信号を分離する波長分離器と、該波長分離器により分離された各波長の光信号の分離、挿入、あるいは、再生中継を行う多重化装置と、該多重化装置から出力された各波長の光信号を多重する波長多重器と、該波長多重器からの波長多重信号を出力する光伝送路を切り替える第2光スイッチ部とを備えて構成されることを特徴とするノード装置。

【請求項2】 前記光信号の分離、挿入、あるいは、再生中継を行う多重化装置は、誤り検出機能を有し、現用系N台( $N \geq 1$ の整数)、予備系1台の装置を備えたN:1構成を持ち、現用系多重化装置の障害時、自ノード装置内の予備系装置への切り替えを実行することを特徴とする請求項1記載のノード装置。

【請求項3】 前記光信号の分離、挿入、あるいは、再生中継を行う多重化装置は、さらに、保守用の多重化装置を備え、現用系多重化装置の保守時、自ノード装置内の保守用装置への切り替えを実行することを特徴とする請求項2記載のノード装置。

【請求項4】 前記光スイッチ部は、複数の1×2型光スイッチを備えて構成されることを特徴とする請求項1、2または3記載のノード装置。

【請求項5】 請求項1ないし4のうちいずれか1記載のノード装置の複数の波長多重光信号を伝送する光ファイバによる光伝送路によりリング状に接続して構成したことを特徴とするリングネットワーク。

【請求項6】 前記光伝送路は、複数の異なる波長の光信号が多重化されて互いに光信号の伝送方向が逆向きの2本の現用系の光伝送路と、それぞれの予備系となる2本の光伝送路の4本の光伝送路により構成されていることを特徴とする請求項5記載のリングネットワーク。

【請求項7】 前記ノード装置が、予備系の多重化装置を備え、現用系装置に代わって予備系装置に切り換えられた場合、ネットワーク内の他の全てのノードにおいても予備系の多重化装置への切り替えを同時に行うことを特徴とする請求項5または6記載のリングネットワーク。

【請求項8】 前記ノード装置が、保守用の多重化装置を備え、現用系装置に代わって保守用装置に切り換えられた場合、ネットワーク内の他の全てのノードにおいても保守用の多重化装置への切り替えを同時に行うことを特徴とする請求項5または6記載のリングネットワーク。

【請求項9】 前記光スイッチ部は、光信号の送信元ノード装置と送信先ノード装置との間における現用系の光伝送路障害時に、現用系の光伝送路を予備系の光伝送路に切り替えることを特徴とする請求項6、7または8記載のリングネットワーク。

【請求項10】 前記光スイッチ部は、光信号の送信元ノード装置と送信先ノード装置との間における全光伝送路の障害時に、送信元及び送信先ノード装置において、現用系光伝送路をその光伝送路内の光信号の方向とは逆方向の予備系光伝送路に切り替えることを特徴とする請求項6、7または8記載のリングネットワーク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ネットワークを構成するノード装置及びリングネットワークに係り、とくに、光信号の分離、挿入、あるいは、再生中継を行うノード装置と、このノード装置を光ファイバ1本当たり複数の波長の光信号が波長分割多重(WDM)された光ファイバにより接続して構成したリングネットワークに関する。

## 【0002】

【従来の技術】公衆通信における光ファイバを適用した代表的なリングネットワークに関する従来技術として、例えば、「Fiber Network Service Survivability, Tsong-Ho Wu 著, Artech House刊1992年」に記載されたSHR(Self-Healing Ring)と呼ばれるリングネットワークが知られている。

## 【0003】光ファイバを用いるリングネットワーク

は、複数のアッドドロップ多重化装置(以下、ADMという)と、それらをリング状に接続する2本あるいは4本の光ファイバとから構成されている。ADMは、リングへの信号の挿入(アッド)、リングからの信号の分離(ドロップ)、及び、リングを流れる信号の下流への中継(パススルー)を実現する装置である。また、ADM相互間を接続する複数の光ファイバは、例えば、4ファイバ型の場合、2本が現用ファイバとしてトラフィックを伝送し、残る2本が予備ファイバとして使用される。

【0004】そして、前述の従来技術によるリングネットワークは、光ファイバ断、光ファイバケーブル断、多重化装置(ADM)の障害に対して復旧能力を有し、ライン切り替え、ループバック等により復旧を実現している。また、従来技術によるリングネットワークは、WDMを適用することもでき、この場合のネットワーク構成は、2ファイバ型で、各光ファイバに2種類の波長の光信号を双方向伝送させることにより、等価的に4ファイバ型のリングネットワークを実現することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来技術によるリングネットワークは、さらに波長多重の数を増加し、リングの総伝送容量を増加させようとする場合、波長数分の多重化装置(ADM)が必要になり、コストが増大してしまうという問題点を有している。

【0006】本発明の目的は、前記従来技術の問題点を解決し、多数の光信号の波長多重を経済的に行うことを可能にしたノード装置、及び、光ファイバ断、光ファイバ

【0007】

10

【0009】

20

30

40

50

【0013】なお、WDMは、異なる波長を持つ複数の光信号の多重あるいは分離を行う波長多重器、波長分離器の機能を持つ周知の装置であり、また、ADMは、光信号の分離、挿入、あるいは、再生中継を行う機能を持つ周知の多重化装置である。さらに、REGは、光信号を再生中継する機能のみを有する周知の装置である。また、光スイッチ部9-1～9-4を構成する1×2光スイッチは、図2において、900番代の符号により示している。

【0015】現用光ファイバA5-4から入力された光信号は、光スイッチ部9-2内の1×2光スイッチ922、921を通過し、光増幅器10-2により増幅された後、WDM11-2において波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ に分波され、それぞれADM12-1、ADM12-2、ADM12-3に入力される。ADM12-1、ADM12-2、ADM12-3のそれぞれに入力された波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光信号は、その後、WDM11-1において合波された後、光増幅器10-1により増幅され、光スイッチ部9-1内の1×2光スイッチ912、911を通りノード装置1から現用光ファイバA5-1に出力される。

【0016】現用光ファイバB7-1からの光信号も前述と同様に現用光ファイバB7-4に出力されるが、その経路は、光スイッチ部9-3の光スイッチ931、932→光増幅器10-5→WDM11-5→ADM12-5、12-6、12-7→WDM11-6→光増幅器10-6→光スイッチ部9-4の光スイッチ941、942となる。また、予備光ファイバA6-1からの光信号の経路は、光スイッチ部9-1の光スイッチ915、916→光増幅器10-3→WDM11-3→REG13-1、13-2、13-3→WDM11-4→光増幅器10-4→光スイッチ部9-2の光スイッチ925、926→予備光ファイバA6-4となり、予備光ファイバB8-4からの光信号の経路は、光スイッチ部9-4の光スイッチ946、945→光増幅器10-8→WDM11-8→REG13-5、13-6、13-7→WDM11-7→光増幅器10-7→光スイッチ部9-3の光スイッチ936、935→予備光ファイバB8-1となる。

【0017】なお、ADM12-4は、予備ADMであり、それを通る波長 $\lambda_4$ は予備波長である。そして、A

## 5

DM12-1~12-3のうち1つのADMに故障(装置故障)が発生した場合、その故障したADMがADM12-4に切り替えられ、波長λ4の光信号が用いられる。同様にADM12-8とそれを通る波長λ4の光信号、REG13-4とそれを通る波長λ4の光信号、REG13-8とそれを通る波長λ4の光信号も装置故障時における予備であり、これらの詳細については、図7により後述する。

【0018】光スイッチ部9-1~9-4のそれぞれは、それらの内部に設けられる光スイッチ911~916、921~926、931~936、941~946により、後述するように現用光ファイバ断、ケーブル断のときに、光信号の経路を切り替えて、現用光ファイバから予備光ファイバに光信号を迂回させる動作を行う。このとき、予備光ファイバ6-1、6-4、8-1、8-4の信号の流れは、時計回り、反時計回りの両方向をとることができる。

【0019】前述において、光スイッチ部9-1~9-4の構成は、図2に示す例に限定される必要はなく、例えば、光スイッチ部9-2は、正常動作時に現用光ファイバA5-4が光増幅器10-2と接続され、スパン切り替え時に予備光ファイバA6-4が光増幅器10-2と接続されるならば、他の如何なる構成であってもよい。また、光スイッチ部9-1も、正常動作時に光増幅器10-1の出力を現用光ファイバA5-1と接続し、ループバック時に予備光ファイバA6-1と現用光ファイバA5-1とを接続することができれば、他の構成であってもよい。光スイッチ9-3、9-4の構成についても、それぞれ光スイッチ9-1、9-2と同様の機能を持てば、他の構成でもよい。

【0020】光性能監視部14は、点線で示す監視線15によって光増幅器、WDM、光スイッチ等の光部品の監視を行うと共に信号の監視を行う。その手段は、光パワーの検出、S/N比のモニタ等である。

【0021】図3は本発明の第2の実施形態によるノード装置の構成を示すブロック図である。図3において、9-5、9-6は光スイッチ部であり、他の符号は図2の場合と同一である。図3に示す第2の構成例によるノード装置は、光スイッチ部の構成、光増幅器の位置を除いて図2の場合と同一に構成され、動作も図2の場合と同一である。

【0022】すなわち、図3に示すノード装置は、光増幅器が光ファイバを直接収容するように配置し、光スイッチ部9-5を図2における光スイッチ部9-1及び9-3の両者の機能と、双方向に信号伝送を行う現用予備の光ファイバ相互間の接続を行う機能とを持たせるように構成している。同様に、光スイッチ部9-6を図2における光スイッチ部9-2及び9-4の両者の機能と、双方向に信号伝送を行う現用予備の光ファイバ相互間の接続を行う機能とを持たせるように構成している。

## 6

【0023】そして、後述するが、図3に示すノード装置を使用する場合、予備光ファイバ6-4~6-1の信号の流れは時計回り、予備光ファイバ8-1~8-4の信号の流れは、反時計回りの方向に固定される。このことにより、現用光ファイバ5-1~5-4における光信号の流れの向きは反時計回り、現用光ファイバ7-4~7-1における光信号の流れの向きは時計回りとなる。

【0024】前述した本発明の実施形態は、現用のADMを3台、現用の波長を3波長で、予備のADMを1台、予備の波長を1波長としているが、複数のADM及び波長と、これらが共有する予備のADM、波長があれば、現用のADM台数、波長数と、予備のADM台数、波長数との比はいくつであってもよく、一般的には、Nを正の整数としてN:1とすることができる。また、前述では、予備光ファイバにおいてはADMではなくREGを用いるとしているが、これは、REGがADMよりも安価であるため、WDMの波長数が増加しても、ADMを使用する波長の数だけ用意するよりも安価になるからである。もちろん、光スイッチ部は十分に安価であることが前提となる。

【0025】図4~図6は前述した本発明の第1、第2の実施形態によるノード装置を使用してリングネットワークを構成した場合における光ファイバ断障害、ケーブル断障害の光スイッチ部による障害復旧方法を説明する図であり、次に、図4~図6を参照して障害の復旧方法を説明する。

【0026】図4は図2により説明した第1の実施形態によるノード装置をノード装置1~4として使用したリングネットワーク上で、ノード装置1とノード装置2との間の現用光ファイバ5-1が切断された場合の復旧方法(スパン・スイッチング方式)を説明する図である。なお、図4では、図2に示すノード装置のWDM、ADM、光増幅機で構成される部分を符号30により示している。

【0027】図4において、正常動作時、ノード装置1の光スイッチ部9-1~9-4は、切り替えを行わず、現用光ファイバA5-4と現用光ファイバA5-1とを接続し、予備光ファイバA6-4と予備光ファイバA6-1とを接続し、現用光ファイバB7-1と現用光ファイバB7-4とを接続し、予備光ファイバB8-4と予備光ファイバB8-1とを接続している。ノード装置2~4の各光スイッチ部も同様に切り替えを行わず、ノード装置1の場合と同様に、各ノード装置両端の光ファイバをそれぞれ接続している。

【0028】いま、ノード装置1からノード装置2に信号を伝送する現用光ファイバA5-1が切断される障害が発生したものととする。このとき、ノード装置1の光スイッチ部9-1は、現用光ファイバA5-1を予備光ファイバA6-1に50として示すように切り替える。これにより、現用光ファイバA5-1にノード装置1から

出力されるはずの光信号は、予備光ファイバA6-1に迂回出力される。また、下流のノード装置2は、光スイッチ部9-2が、現用光ファイバA5-1に代わって予備光ファイバA6-1からの光信号を現用光ファイバA5-2の側に出力するように、51として示すように切り替えを行う。これにより、予備光ファイバA6-1の光信号は、ノード装置2の出力側で、現用光ファイバA5-2に迂回されることになる。

【0029】前述によりノード装置1とノード装置2との間の通信は、予備光ファイバA6-1を用いて行われることになる。これにより、現用光ファイバA5-1の断による光信号断という障害の復旧が行われたことになる。また、ノード装置2とノード装置3との間、ノード装置3とノード装置4との間、ノード装置4とノード装置1との間の現用光ファイバが切断された場合も、前述と同様に障害の復旧を行うことができる。

【0030】なお、前述で説明した例の場合、ノード装置1とノード装置2との間以外の箇所で光ファイバ断の障害が発生していないので、ノード装置1の光スイッチ部9-1、ノード装置2の光スイッチ部9-2を除く各ノード装置の光スイッチ部は切り替えられていない。また、説明した例のノード装置の構成の場合、予備光ファイバ内の信号の方向は、現用光ファイバ内の信号の方向と同一となる。

【0031】図5は図3により説明した本発明の第2の実施形態によるノード装置をノード装置1~4として使用したリングネットワーク上で、ノード装置1とノード装置2との間の現用光ファイバ5-1が切断された場合の復旧方法（スパン・スイッチング方式）を説明する図である。なお、図5では、図3に示すノード装置のWDM、ADMで構成される部分を符号34により示している。

【0032】図5において、正常動作時、ノード装置1の光スイッチ部9-5、9-6は、切り替えを行わず、現用光ファイバA5-4と現用光ファイバA5-1とを接続し、予備光ファイバA6-4と予備光ファイバA6-1とを接続し、現用光ファイバB7-1と現用光ファイバB7-4とを接続し、予備光ファイバB8-4と予備光ファイバB8-1とを接続している。ノード装置2~4の各光スイッチ部も同様に切り替えを行わず、ノード装置1の場合と同様に、ノード装置両端の光ファイバをそれぞれ接続している。

【0033】いま、ノード装置1からノード装置2に信号を伝送する現用光ファイバA5-1が切断される障害が発生したものとする。このとき、ノード装置1の光スイッチ部9-5は、現用光ファイバA5-1を予備光ファイバB8-1に52として示すように切り替える。これにより、現用光ファイバA5-1にノード装置1から出力されるはずの光信号は、予備光ファイバB8-1に迂回出力される。また、下流のノード装置2は、光ス

ッチ部9-6が、現用光ファイバA5-1に代わって予備光ファイバB8-1からの光信号を現用光ファイバA5-2の側に出力するように、図に53として示すように切り替える。これにより、予備光ファイバB8-1の光信号は、ノード装置2の出力側で、現用光ファイバA5-2に迂回されることになる。

【0034】前述によりノード装置1とノード装置2との間の通信は、予備光ファイバB8-1を用いて行われることになる。これにより、現用光ファイバA5-1の断による光信号断という障害の復旧が行われたことになる。また、ノード装置2とノード装置3との間、ノード装置3とノード装置4との間、ノード装置4とノード装置1との間の現用光ファイバが切断された場合も、前述と同様に障害の復旧を行うことができる。

【0035】なお、前述で説明した例の場合、ノード装置1とノード装置2との間以外の箇所で光ファイバ断の障害が発生していないので、ノード装置1の光スイッチ部9-5、ノード装置2の光スイッチ部9-6を除く各ノード装置の光スイッチ部は切り替えられていない。また、説明した例のノード装置の構成の場合、予備光ファイバ内の信号の方向は、対応する現用光ファイバ内の信号の方向と逆となる。

【0036】図6はノード装置1~4を使用したリングネットワーク上で、ノード装置1とノード装置2との間のケーブル（現用光ファイバA5-1、現用光ファイバB7-1、予備光ファイバA6-1、予備光ファイバB8-1の全て）が切断された場合の復旧方法（ループバック・スイッチング方式）を説明する図である。なお、この例の場合、各ノード装置の構成は、図2、図3により説明したノード装置のいずれでもよい。

【0037】図6において、正常動作時、各ノード装置は、図4、図5により説明したと同様に光スイッチ部での切り替えを行わず、ノード装置両端の光ファイバをそれぞれ接続している。

【0038】いま、ノード装置1とノード装置2との間の全光ファイバを含むケーブルが切断される障害が発生したものとする。ケーブルが切断されると、ノード装置1のノード装置2側の光スイッチは、現用光ファイバA5-1を予備光ファイバB6-4の側に折り返すように、図に54として示すように切り替え、現用光ファイバA5-1の光信号を予備光ファイバB6-4に乗せ換える。また、ノード装置2のノード装置1側の光スイッチは、予備光ファイバA6-1を現用光ファイバA5-2の側に折り返すように、図に55として示すように切り替え、予備光ファイバA6-1の光信号を現用光ファイバA5-2に乗せ換える。

【0039】すなわち、ノード装置1とノード装置2との間でケーブルが切断された場合、ノード装置1で現用光ファイバから予備光ファイバに折り返し、ノード装置4、ノード装置3を経てノード装置2で再度予備光ファ

イバから現用光ファイバに折り返すことにより、通信を行うことができることになる。ノード装置2とノード装置3との間、ノード装置3とノード装置4との間、ノード装置4とノード装置1との間のケーブルが切断された場合も同様である。そして、図6に示す例の場合、予備光ファイバ内の信号の方向は、現用光ファイバ内の方向とは逆になる。

【0040】図7は本発明の第3の実施形態によるノード装置の構成を示すブロック図である。図7に示す例は、図2、図3に示したノード装置のWDM、ADM、REGを含む部分のみを示しており、光スイッチ、光増幅器の配置、構成は、図2、図3に示す場合と同様でよい。また、この例は、図1におけるノード装置2の構成例として示されている。そして、この例は、ノード装置から外部端末等への光信号の取り出し、挿入について説明するものである。

【0041】図7に示すノード装置は、現用光ファイバA5-1から波長 $\lambda 1$ の光信号のみを分離70-2し、現用光ファイバA5-2に対して波長 $\lambda 1$ の光信号のみを挿入70-3している。同様に、現用光ファイバB7-2から波長 $\lambda 1$ の光信号のみを分離70-4し、現用光ファイバBに対して波長 $\lambda 1$ の光信号のみを挿入70-1している。従って、このノード装置に設けられるADMは、分離、挿入を行う波長 $\lambda 1$ のADM12-9、12-13と、ADM12-9、12-13が故障時にその予備となる波長 $\lambda 4$ のADM12-12、12-16とであり、波長 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光信号は、REG12-10、12-11、12-14、12-15を通過して、このノード装置では分離、挿入が行われない。すなわち、この例のノード装置において、分離、挿入が可能な光信号は、波長 $\lambda 1$ の光信号あるいはその予備である波長 $\lambda 4$ の光信号のみに限られることになる。

【0042】前述した構成のノード装置は、使用するADMの数を少なくすることができ、装置の低コスト化を図ることができる。

【0043】図8は図7により説明した本発明の第3の実施形態によるノード装置を組み込んだリングネットワークの構成を示すブロック図である。このリングネットワークは、ノード装置2、4を図8に示す構成とし、ノード装置2が波長 $\lambda 1$ の光信号のみを分離、挿入し、ノード装置4が波長 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光信号を分離、挿入するものである。

【0044】図示例におけるノード装置4は、波長 $\lambda 3$ の光信号を分離、挿入しており、波長 $\lambda 2$ の光信号について、現用光ファイバA5-3、5-4において光スイッチ900、901によって、分離するか、挿入するか、通過するかを選択することができ、また、現用光ファイバB7-4、7-3において光スイッチ902、903によって、分離するか、挿入するか、通過するかを選択することができる。すなわち、ノード装置4は、波

長 $\lambda 3$ の光信号のみを分離、挿入することもできるが、波長 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の両方を分離、挿入することも可能である。

【0045】なお、図8に示すリングネットワークの各ノード装置は、光スイッチ、光増幅器の配置、構成を、図2により説明した第1の構成例のものとして示しているが、図3により説明した第2の構成例と同一としてもよい。また、ノード装置1、3についても、ノード装置2、4と同様に構成することもできる。

【0046】図9はADM故障時の復旧方法を説明する図であり、以下、これについて説明する。なお、図9に示す構成は、図2、図3に示すノード装置のWDM11-1、11-2、ADM12-1~12-4の部分である。

【0047】図9において、ADM12-1に障害が発生したものとする。すると、ADM12-1は、波長 $\lambda 1$ の光信号を電気的に分離、挿入ができなくなり、波長 $\lambda 1$ の光信号の使用が不可能になる。各ADMは、それぞれ誤り検出機能を有しており、あるADMが故障するとそのADMは、切り替え制御線60により予備のADMに切り替えられ、同時に、使用する光信号の波長も予備の波長 $\lambda 4$ に切り替えられる。

【0048】従って、前述の場合、ADM12-1が誤りを検出し、自ADMで行うべき信号を分離、挿入する処理を、予備のADM12-4に切り替えて行わせる。また、使用する波長も予備波長 $\lambda 4$ となる。ADM12-2、ADM12-3が故障した場合も同様に切り替えられる。そして、1つのノード装置においてADMが予備のADM12-4に切り替えられたとき、リングネットワークを構成する他のノード装置においても予備ADMへの切り替えが行われ、使用波長も $\lambda 4$ を使用するように切り替えられる。

【0049】図10は予備波長 $\lambda 4$ を使用する予備ADM12-4とは別に、ADM保守時にそのADMを切り替えて使用する保守用ADMを追加した構成例を示す図である。

【0050】図10に示す例は、図9に示す例の構成に、保守用の波長 $\lambda 5$ を使用する保守用ADM12-17を追加した例である。図10において、例えば、ADM12-2を保守点検のために使用できない状態にしたものとする。この場合、もし、保守用ADM12-17が備えられていなければ、通常、ADM12-2を切り替え制御線60により予備用ADM12-4に切り替えるが、この状態でADM12-1に障害が起これば、ADM12-1の故障を救済することができない。図10に示す例は、このような場合にも、保守点検中に装置故障が発生した場合でもこれを救済することを可能としたものである。

【0051】すなわち、図10に示す例は、保守用ADM12-17を設け、保守を行おうとしているADM、



例えば、ADM-2を保守用ADM12-17に切り替えておく。これにより、ADM-2の保守点検中、ADM-2を使用する通信は、保守用ADM12-17に切り替えられ、波長 $\lambda$ 5の光信号を使用して続けることができ、また、ADM12-1、12-3に故障が発生した場合でも、これをADM12-4に切り替えて救済することが可能となる。

【0052】なお、1つのノード装置においてADMが保守用のADM12-17に切り替えられたとき、リングネットワークを構成する他のノード装置においても保守用のADMへの切り替えが行われ、使用波長も $\lambda$ 5を使用するように切り替えられる。なお、図10に示す構成は、図2、図3、図7により説明した各ノード装置の構成例に適用することができる。

【0053】図11は複数のリングネットワーク相互間を接続して構成したネットワークシステムの構成例を示すブロック図、図12はリングネットワーク相互間を接続する接続ノード装置の構成例を示すブロック図である。図11、図12において、100~104はリングネットワーク、201~204は接続ノード装置、301~304は光クロスコネクタ装置、401~404はデジタルクロスコネクタ装置、501~504、601~604はノード装置である。

【0054】図11に示すネットワークシステムを構成するリングネットワーク100~104は、前述までに説明した本発明の実施形態によるノード装置を含んで構成されるリングネットワークでよく、あるいは、ADMを備えて構成されるノード装置を使用するその他の形式のリングネットワークであってもよい。そして、図11に示すネットワークシステムは、リングネットワーク100の各接続ノード装置201~204が、リングネットワーク100とリングネットワーク101~104のそれぞれとを接続して構成されている。

【0055】接続ノード装置のそれぞれは、各リングネットワークを構成するノード装置と、これらを接続する光クロスコネクタ装置とにより構成される。すなわち、接続ノード装置201は、リングネットワーク100のノード装置501とリングネットワーク101のノード装置601とを光クロスコネクタ装置301により接続して構成され、接続ノード装置202は、リングネットワーク100のノード装置502とリングネットワーク102のノード装置602とを光クロスコネクタ装置302により接続して構成される。同様に、接続ノード装置203は、リングネットワーク100のノード装置503とリングネットワーク103のノード装置603とを光クロスコネクタ装置303により接続して構成され、接続ノード装置204は、リングネットワーク100のノード装置504とリングネットワーク104のノード装置604とを光クロスコネクタ装置304により接続して構成される。そして、各光クロスコネクタ装置

301~304は、さらにデジタルクロスコネクタ401~404とそれぞれ接続されている。

【0056】リングネットワーク相互間を接続する接続ノード装置201の構成を示す図12において、リングネットワーク100及び101は、図2あるいは図3により説明したノード装置を使用して構成されたリングネットワークである。また、接続ネットワーク201内に含まれるノード装置501、601の構成は、図2、図3により説明した構成のノード装置のどちらであってもよい。

【0057】いま、リングネットワーク100のあるノード装置から、リングネットワーク101のあるノード装置へ信号を送信するものとする。このとき、接続ノード装置201内のリングネットワーク100側のノード装置501は、ADMからOC-192(10Gb/s)信号を分離し、OC-12(600Mb/s)あるいはOC-48(2.5Gb/s)単位の低速信号に分割し、光クロスコネクタ装置301において行き先別の光ファイバの切り替えを行い、リングネットワーク101側のノード装置601でOC-192(10Gb/s)単位の信号に変換後挿入し、目的のノード装置へ信号を到達させる。

【0058】光クロスコネクタ装置301を通る信号は、OC-12/OC-48でデジタルクロスコネクタ装置401へ送信され、光/電気変換し回線編集された後、DS-3(50Mb/s)またはDS-1(1.5Mb/s)単位で各種のユーザへ配信される。リングネットワーク100及びリングネットワーク101内の信号、及び、OADM700、701と光クロスコネクタ装置301との間の信号は、OC-192、OC-48、OC-12に限定されず、他の信号、例えば、ATM信号等であってもよい。

#### 【0059】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、波長多重を経済的に拡張可能で、かつ、光ファイバ断、光ファイバケーブル断、多重化装置(ADM)の障害に対して復旧能力を有するリングネットワークを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用されるリングネットワークの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態によるノード装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第2の実施形態によるノード装置の構成を示すブロック図である。

【図4】図2により説明したノード装置を使用したリングネットワーク上で、現用光ファイバが切断された場合の復旧方法を説明する図である。

【図5】図3により説明したノード装置を使用したリングネットワーク上で、現用光ファイバが切断された場合

の復旧方法を説明する図である。

【図6】図2または図3により説明したノード装置を使用したリングネットワーク上で、全光ファイバを含むケーブルが切断された場合の復旧方法を説明する図である。

【図7】本発明の第3の実施形態によるノード装置の構成を示すブロック図である。

【図8】図7により説明したノード装置を組み込んだリングネットワークの構成を示すブロック図である。

【図9】ADM故障時の復旧方法を説明する図である。

【図10】予備ADMとは別に、ADM保守時にそのADMを切り替えて使用する保守用ADMを追加したノード装置の構成例を示す図である。

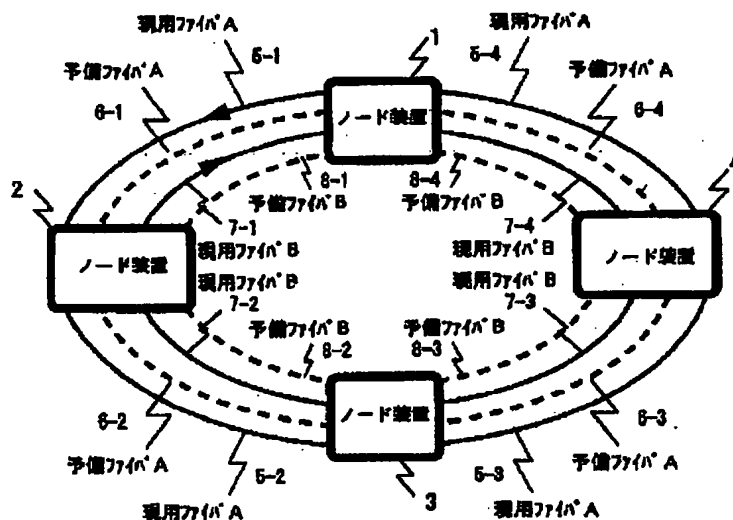
【図11】複数のリングネットワーク相互間を接続して構成したネットワークシステムの構成例を示すブロック図である。

【図12】リングネットワーク相互間を接続する接続ノード装置の構成例を示すブロック図である。

# 【符号の説明】

- 1～4 ノード装置
- 5-1～5-4 現用光ファイバA
- 6-1～6-4 予備光ファイバA
- 7-1～7-4 現用光ファイバB
- 8-1～8-4 予備光ファイバB
- 9-1～9-6 光スイッチ部
- 10-1～10-8 光増幅器
- 11-1～11-8 波長分離多重器(WDM)
- 12-1～12-8 多重化装置(ADM)
- 13-1～13-8 再生中継器(REG)
- 14 光性能監視部
- 100～104 リングネットワーク
- 201～204 接続ノード装置
- 301～304 光クロスコネクタ装置
- 401～404 デジタルクロスコネクタ装置
- 501～504、601～604 ノード装置

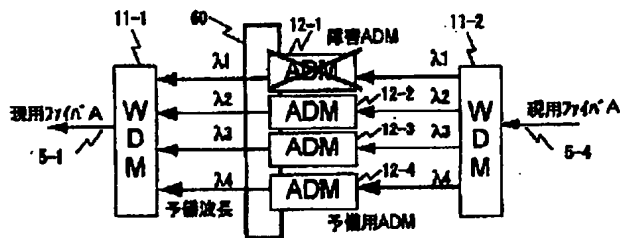
【図1】



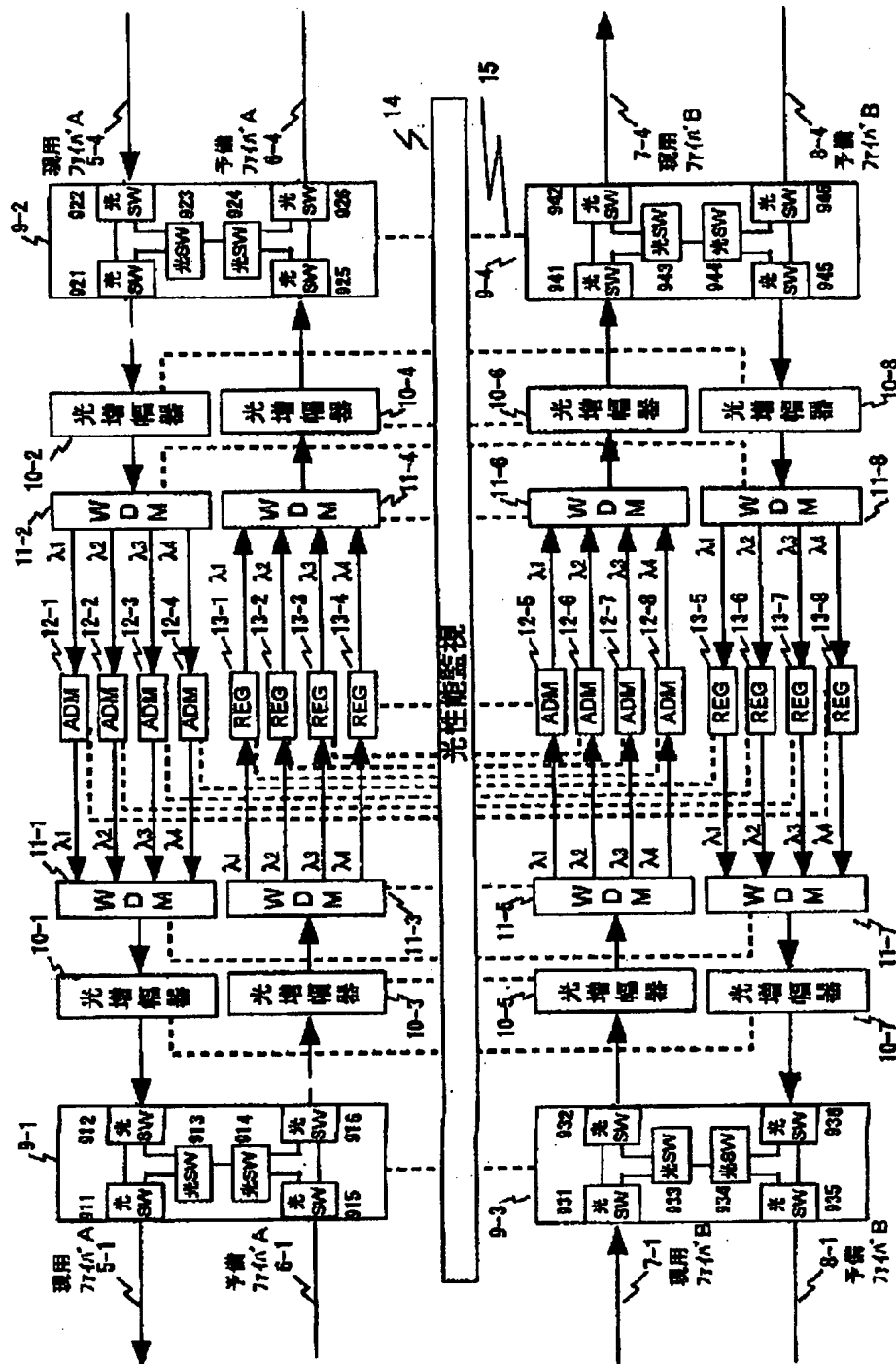
【図2】

【図9】

【図9】

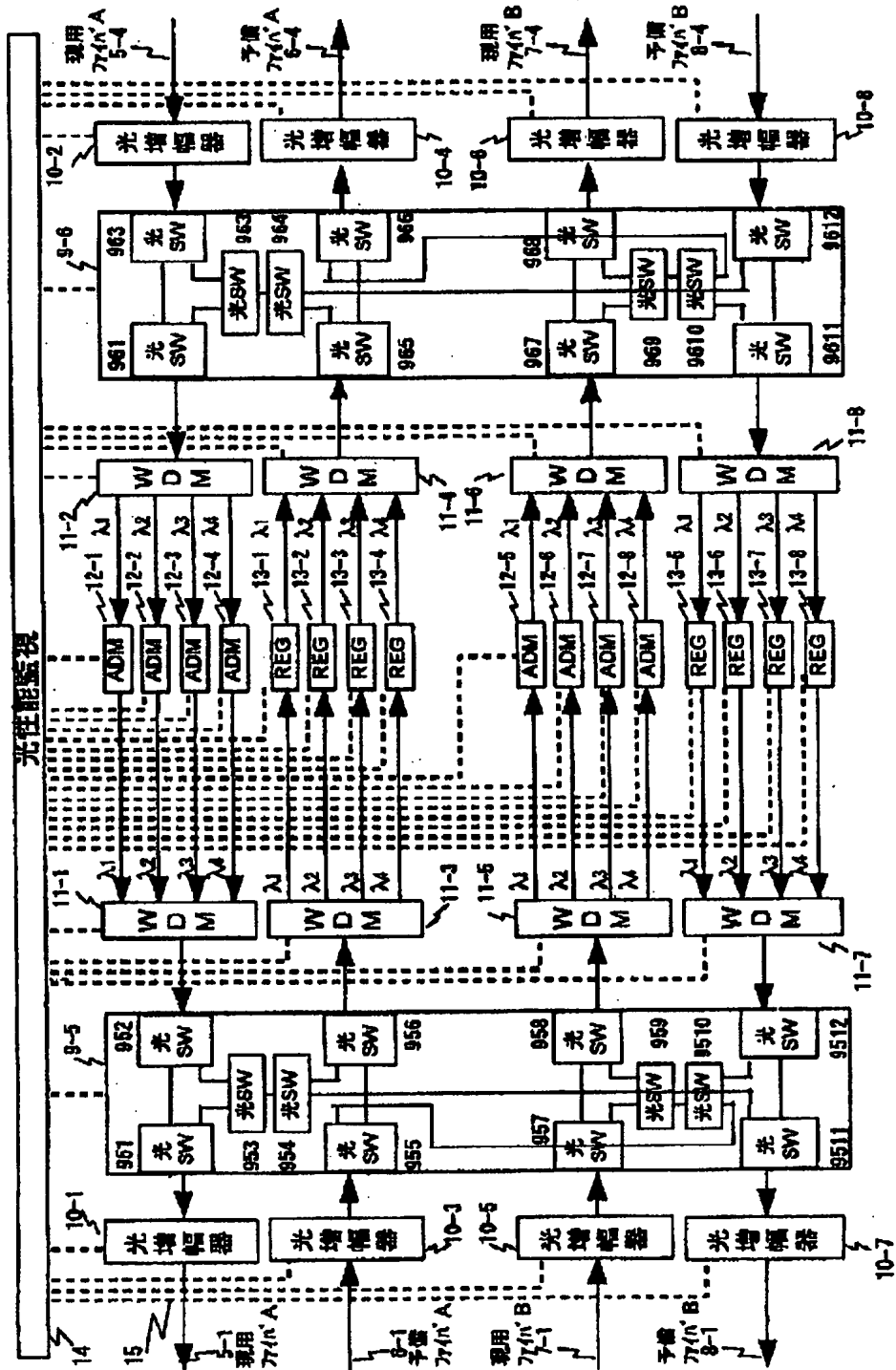


【图 2】

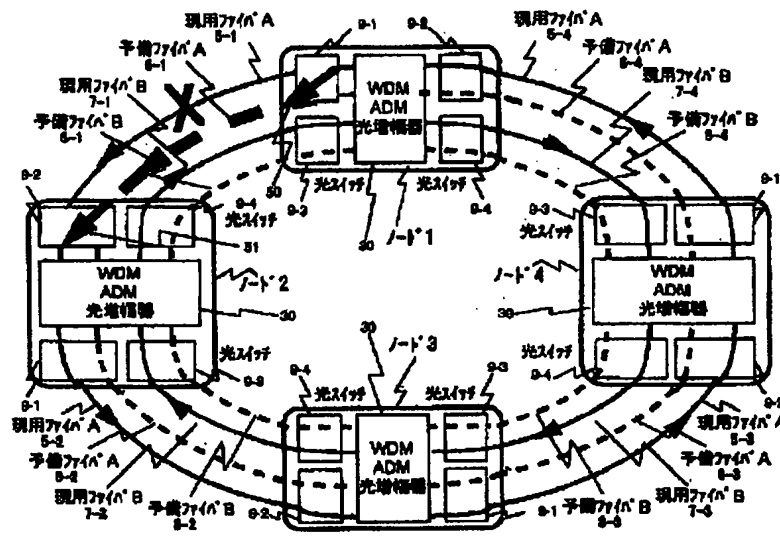


【図3】

【図3】

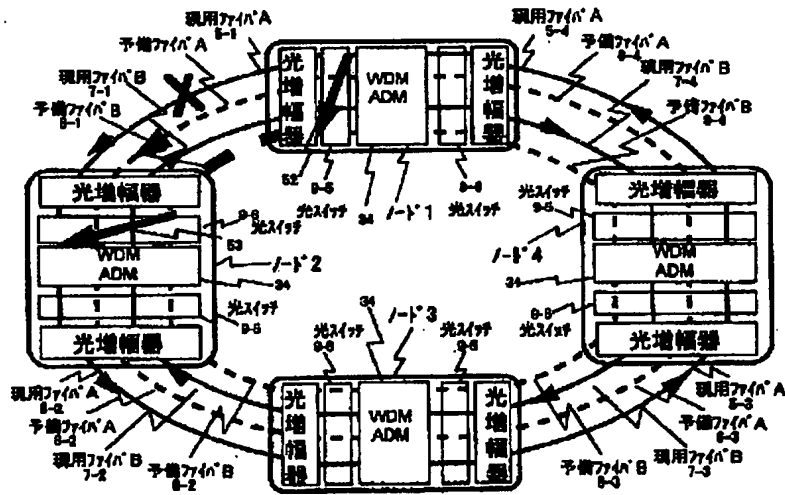


【図4】



【図4】

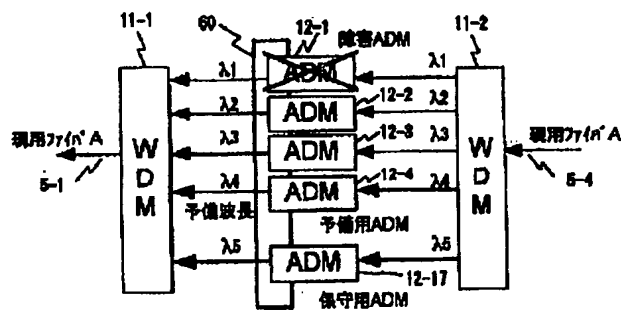
【図5】



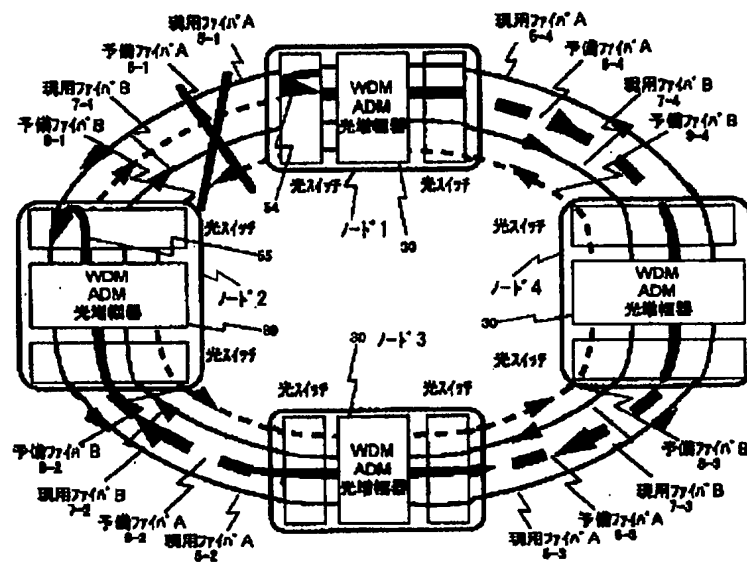
【図5】

【図10】

【図10】

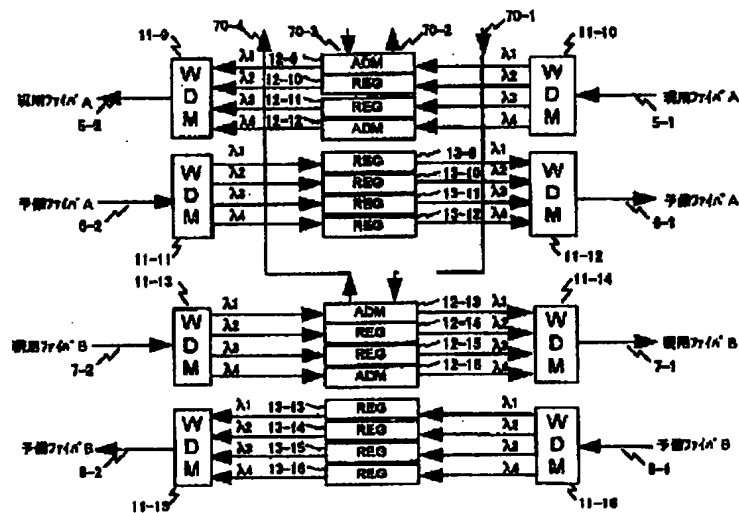


【図6】



【図6】

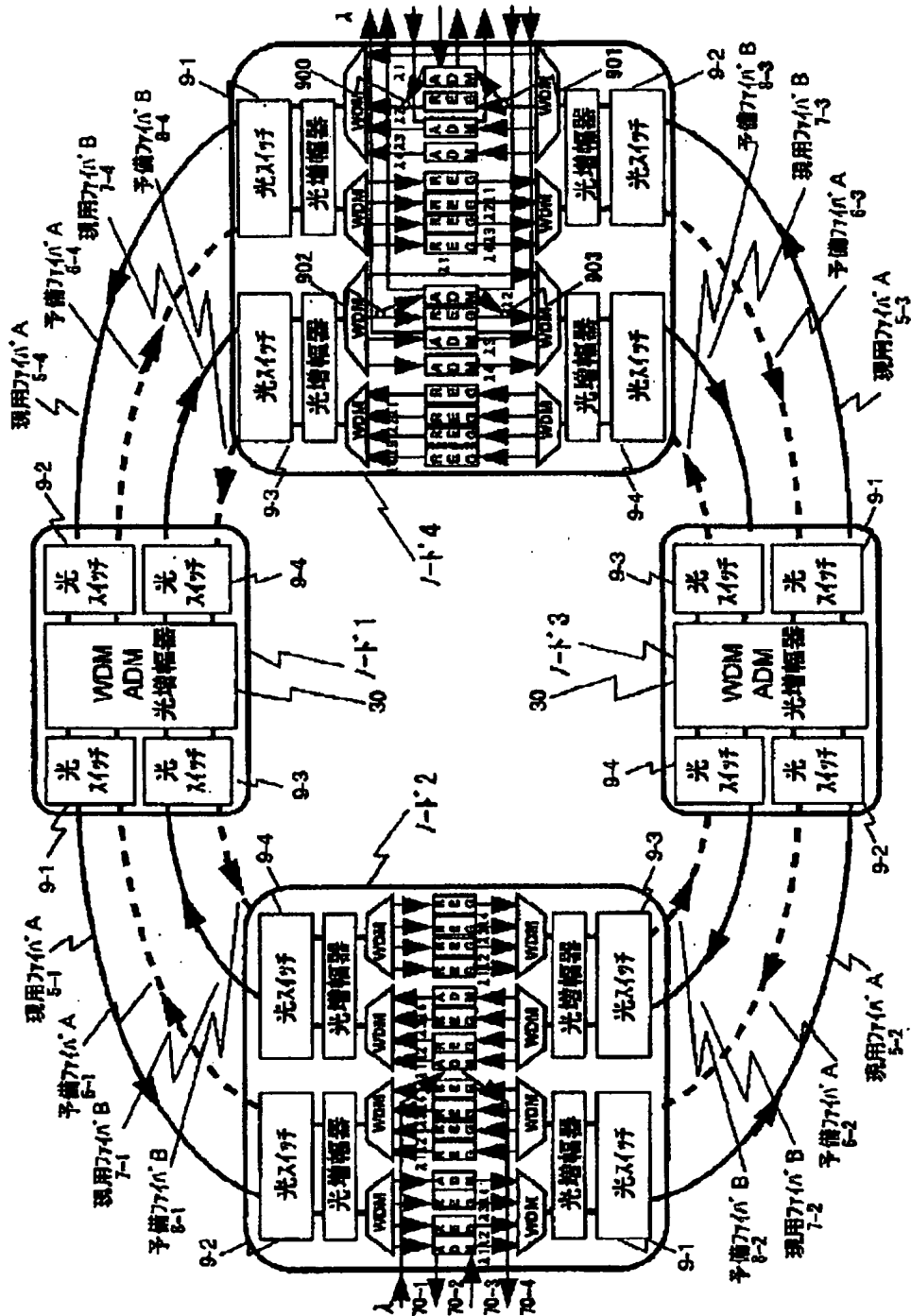
【図7】



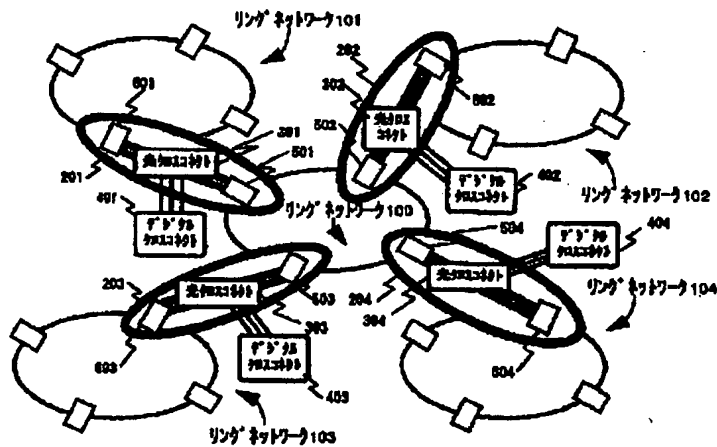
【図7】

【図8】

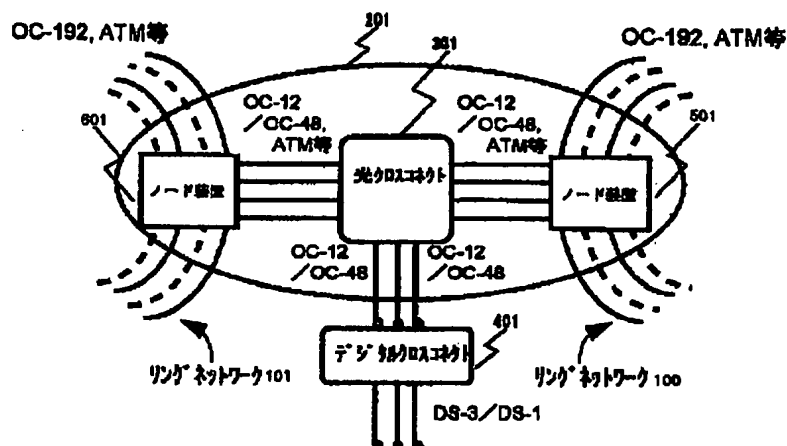
【図8】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 6

H 0 4 B 10/02

識別記号

F I

(72)発明者 沢田 安史

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
式会社日立製作所情報通信事業部内

(72)発明者 深代 康之

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
式会社日立製作所情報通信事業部内

(72)発明者 林 幸夫

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
式会社日立製作所情報通信事業部内

(72)発明者 中田 恒夫

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 布川 久幸

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
式会社日立製作所情報通信事業部内